

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

J1046 U.S. PTO
09/810573
03/19/01

List and Copies of Prior Art

(Japanese Patent Application No.2000-220031(2000))

Prior Publication

(1) Japanese Patent Application Laid-Open No.11-346438 (1999)

(19) 日本国特許庁 (J P) - - - - (12) 公開特許公報 (A) - - (11) 特許出願公開番号

特開平11-346438

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 2 J 3/00		H 0 2 J 3/00	G
G 0 6 F 17/00		G 0 6 F 15/18	5 5 0 Z
// G 0 6 F 15/18	5 5 0	15/20	F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-150861

(22) 出願日 平成10年(1998)6月1日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 飯坂 達也

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 松井 哲郎

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

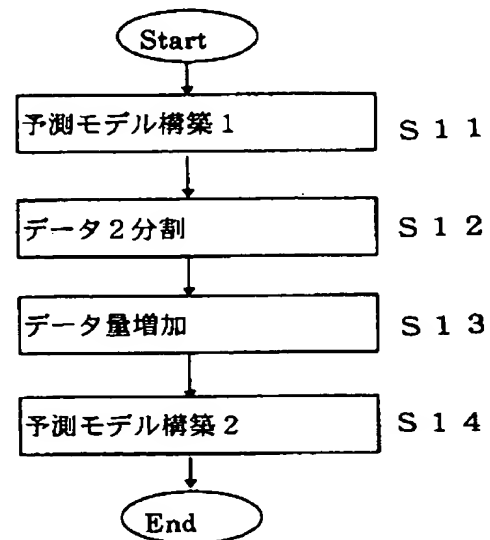
(74) 代理人 弁理士 森田 雄一

(54) 【発明の名称】 電力需要量予測方法

(57) 【要約】

【課題】 電力システムの安全運用のため、経済性を損なわない範囲で大きめに予測する予測方法を提供する。

【解決手段】 計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法に関する。過去の実績データに基づいて予め予測モデルを構築する第1のステップS11と、第1のステップにより構築した予測モデルの出力を基準として、この出力よりも大きい値を持つ実績データと小さい値を持つ実績データとに2分割する第2のステップS12と、第2のステップにより2分割されたもののうち一方の実績データの数を増加させる第3のステップS13と、第3のステップにより数を増加させた実績データを含むすべての実績データに基づいて予測モデルを構築する第4のステップS14とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、

過去の実績データに基づいて予め予測モデルを構築する第 1 のステップと、

第 1 のステップにより構築した予測モデルの出力を基準として、この出力よりも大きい値を持つ実績データと小さい値を持つ実績データとに 2 分割する第 2 のステップと、

第 2 のステップにより 2 分割されたもののうち一方の実績データの数を増加させる第 3 のステップと、

第 3 のステップにより数を増加させた実績データを含むすべての実績データに基づいて予測モデルを構築する第 4 のステップと、

を有することを特徴とする電力需要量予測方法。

【請求項 2】 計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、

過去の実績データに基づいて予め予測モデルを構築する第 1 のステップと、

第 1 のステップにより構築した予測モデルの出力と実績データとを用いて、実績データに関するデータ分布を作成する第 2 のステップと、

予測変化量を設定する第 3 のステップと、

第 2 のステップにより作成したデータ分布を、第 3 のステップにより設定した予測変化量を用いて変化させる第 4 のステップと、

第 4 のステップによる変化後のデータ分布に従った実績データに基づいて予測モデルを構築する第 5 のステップと、

を有することを特徴とする電力需要量予測方法。

【請求項 3】 計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、

予測対象日の条件を設定する第 1 のステップと、

第 1 のステップにより設定した条件に合致する過去の実績データを抽出し、この実績データに関するデータ分布を作成する第 2 のステップと、

第 2 のステップにより作成したデータ分布を統計的指標に従い統計処理して予測対象日における電力需要量の上下限を求める第 3 のステップと、

を有することを特徴とする電力需要量予測方法。

【請求項 4】 計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、

予測対象日の条件を設定する第 1 のステップと、

第 1 のステップにより設定した条件に類似する過去の実績データを抽出し、この実績データに関するデータ分布を作成する第 2 のステップと、

第 2 のステップにより作成したデータ分布を統計的指標に従い統計処理して予測対象日における電力需要量の上下限を求める第 3 のステップと、

を有することを特徴とする電力需要量予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種電力系統における中央給電指令所、または地方給電指令所、系統制御所などにおいて、系統制御用計算機や汎用計算機上で電力需要量を自動的に予測する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電力系統における翌日の電力需要量予測は、熟練運用者の経験と直感的知識により行われていることが多く、その全ての作業を手作業に頼っている。このため、予測作業を自動化する例として、重回帰分析やニューラルネットワークによる予測が近年提案され、確立されつつある。これらの方法では、過去の実績データを用いて予測モデルを構築している。

【0003】電力系統の信頼性・安全性を保つためには、予測値が実際よりも低めであることは望ましくない。もし、実際の電力需要量が予備供給力を上回ってしまう場合には電圧・周波数の低下を引き起こし、最悪の場合には大停電に至ってしまう。そのため、予測値は少し大きめになることが望ましいが、重回帰式やニューラルネットワークを用いる場合には、大きめに予測する方法はほとんど存在しない。よって、実際の運用においては、電力需要量予測値にある程度の運用予備力を持たせる方法が一般的である。

【0004】運用者支援の 1 つの方法として、電力値の上下限を予測する方法が提案されている。例えば、「最大電力の区間予測への加重値調整重回帰の適用」（平成 9 年電気学会電力・エネルギー部門大会、No. 184）では、モデル構築用のデータのうち電力値が大きめ、もしくは低めのデータの重みを大きくして重回帰式を構築することで、電力値の上下限を予測している。図 9 はこの様子を概念的に示したものであり、通常の回帰式よりも上限予測用回帰式が若干大きめとなっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】電力系統を運用するためには膨大な専門的知識が必要であるが、近年ではこの知識を有する熟練運用者が減少の一途をたどっている。一方、電力需要量、特に日最大電力需要量の予測は、系統運用の基盤とも言うべき発電計画立案の基礎となるものであり、その予測精度の向上と自動化が切望されている。

【0006】近年、重回帰式、ニューラルネットワークによる予測作業の自動化が試みられているが、その予測値は予測モデルより得られる 1 点のみであり、50%の確率で大きめ、50%の確率で小さめに予測していた。

これは、重回帰式、ニューラルネットワークを用いた予

測モデルは、モデルを構築する段階で基本的にすべてのモデル構築用データ（学習データ）で誤差が少なくなるように同定されるため、モデル構築用データの分布（通常は正規分布）の中心付近の値を出力するモデルが作られることによる。

【0007】前記論文による方法は、電力値の上下限を予測するものであるため、100%に近い確率で実際の電力値よりも大きめに予測することができるが、大きめに予測し過ぎるために経済性を損なう欠点を持っている。また、この方法は回帰式に特化した方法であるので、ニューラルネットワークのような手法には適用不可能である。

【0008】そこで本発明は、電力系統の安全運用のため、経済性を損なわない範囲で電力需要量を大きめに予測可能であり、回帰式、ニューラルネットワークなど多くの予測モデルに汎用的に適用できるようにした予測方法を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、過去の実績データに基づいて予め予測モデルを構築する第1のステップと、第1のステップにより構築した予測モデルの出力を基準として、この出力よりも大きい値を持つ実績データと小さい値を持つ実績データとに2分割する第2のステップと、第2のステップにより2分割されたもののうち一方（例えば、予測モデルの出力よりも大きい値を持つ方）の実績データの数を増加させる第3のステップと、第3のステップにより数を増加させた実績データを含むすべての実績データに基づいて予測モデルを構築する第4のステップと、を有するものである。

【0010】請求項2記載の発明は、計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、過去の実績データに基づいて予め予測モデルを構築する第1のステップと、第1のステップにより構築した予測モデルの出力と実績データとを用いて、実績データに関するデータ分布を作成する第2のステップと、予測変化量を設定する第3のステップと、第2のステップにより作成したデータ分布を、第3のステップにより設定した予測変化量を用いて変化させる第4のステップと、第4のステップによる変化後のデータ分布に従った実績データに基づいて予測モデルを構築する第5のステップと、を有するものである。

【0011】請求項3記載の発明は、計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、予測対象日の条件を設定する第1のステップと、第1のステップにより設定した条件に合致する過去の実績データを抽出し、この

実績データに関するデータ分布を作成する第2のステップと、第2のステップにより作成したデータ分布を統計的指標に従い統計処理して予測対象日における電力需要量の上下限を求める第3のステップと、を有するものである。

【0012】請求項4記載の発明は、計算機により、過去の実績データに基づいて構築した予測モデルを用いて電力需要量を予測する方法において、予測対象日の条件を設定する第1のステップと、第1のステップにより設定した条件に類似する過去の実績データを抽出し、この実績データに関するデータ分布を作成する第2のステップと、第2のステップにより作成したデータ分布を統計的指標に従い統計処理して予測対象日における電力需要量の上下限を求める第3のステップと、を有するものである。

【0013】

【発明の実施の形態】まず、請求項1の発明の実施形態を説明する。図1は、 $2n$ 個の過去の実績データを用いて構築する予測モデルの概念図であり、気温に対する電力値の関係を示している。通常の構築方法では、過去の実績データに最も合うように、各データの中心（電力分布の中心）を通るように予測値を求めている。つまり、予測モデルの出力（予測値）を基準としてこれより大きい実績データが n 個、小さい実績データが n 個存在する。

【0014】これに対し、本実施形態では、通常の構築方法により構築した予測モデルの出力を基準として、過去の実績データのうち電力需要量が大きめのデータの値はそのままとしてデータの数を m 倍にする。つまり、全体として $(n \times m) + n$ 個の実績データを用いて学習することで、通常よりも大きめに予測するようにする。

【0015】この方法の利点は、小さい実績データの数はそのまま、大きい実績データだけ多くするので、小さい実績データの特徴を損なうことなく、少しだけ大きめに予測することができる点である。また、実績データの数を変化させているだけであるため、多くの予測モデル構築において汎用的に適用可能である。

【0016】図2は、この実施形態の処理を示すフローチャートである。以下、その内容を順次説明する。

(1) 予測モデル構築1 (S11)

過去の実績データを用いて予測モデルを構築する。通常、モデル構築用のデータは最高気温、最低気温、湿度、曜日種別、実績電力などの実績データである。予測モデルは、ニューラルネットワークや重回帰式、ファジー推論モデルなど考えられるが、その具体的内容は本発明の要旨ではないため、説明を省略する。なお、ここでは、予測モデルの構築に用いる実績データの数を $2n$ 個と仮定する。

【0017】(2) データ2分割 (S12)

ステップS11により構築した予測モデルを用いて、ス

ステップS11で用いたデータを予測する。そして、予測モデルの出力よりも大きい実績データと小さい実績データの2つのグループに分割する。この場合、予測モデルの出力は、予測値よりも大きい n 個の実績データと予測値よりも小さい n 個の実績データの中心（電力分布の中心）を通ることになる。

【0018】(3) データ量増加 (S13)

ステップS12により2つに分割した実績データのうち、予測値よりも大きい実績データの数を m 倍に増加させる。従って、次のステップの予測モデル構築に使用するデータ数は $(n \times m) + n$ 個となる。

【0019】(4) 予測モデル構築2 (S14)

*

データ番号	最高気温	湿度	実績電力[MW]	予測モデル出力[MW]
1	20	30	1000	1014
2	20	35	1035	1030
3	25	30	1050	1060
4	30	50	1100	1080

【0022】

【表2】

データ番号	最高気温	湿度	実績電力[MW]
1	20	30	1000
2	20	35	1035
2	20	35	1035
3	25	30	1050
4	30	50	1100
4	30	50	1100

【0023】これにより、運用者は、予測値に一定の予備力を持たせて翌日の運用計画を作成することができる。すなわち、予測値が小さすぎる場合には予備力が不足して系統運用の安全性が低下する恐れがあり、予測値の上限一杯で運用計画を作成すると経済性が低下する。よって、本実施形態のように大きめに予測することで、経済性を損なわない範囲で系統運用の安全性を確保することができる。なお、特別の事情により小さめの予測を行いたい場合には、必要に応じて、過去の実績データのうち電力需要量が小さめのデータの数を増加させるようにしてもよい。

【0024】次に、請求項2の発明の実施形態を説明する。この発明は、過去の実績データの分布を任意に加工することにより、任意の大きさの予測値を得る方法である。図1において、実績データと予測モデルの出力との差を横軸にとり、データの個数（度数）を縦軸にとると、図3の実線に示すような正規分布となる。

【0025】電力需要量を大きめに予測する予測モデルを構築したい場合には、誤差が+側のデータを増加させて点線の分布に変化させることにより、任意の大きめ予測が可能になる（平均で+100MW、+2%など）。小さめの予測モデルを構築する場合には、逆に誤差が-側のデータを減少させてデータの分布を変化させる。

【0026】この実施形態の特徴は、実績データの分布を変化させることで任意の大きさに予測できることにある。

*ステップS13により増加させたデータを用いて、予測モデルを再構築する。

【0020】例えば、表1に示すデータ番号1～4の4個の実績データを用いて、予測モデル（最高気温、湿度から電力を予測するモデル）を構築する場合、予測モデル出力よりも実績電力が大きいデータ（データ番号2、4）の数を2倍にすれば、表2のように6個のデータが得られる。本実施形態では、これらの6個のデータを用いて新たに予測モデルを構築する。

【0021】

【表1】

り、そのため、どの範囲のデータをどのくらい多くすればよいかを予測モデル構築の時点で決定できる点である。以下、本実施形態の処理内容を順次説明する。

【0027】(1) 予測モデル構築1 (S21)

請求項1の発明の実施形態におけるステップS11と同様であり、過去の実績データを用いて予測モデルを構築する。モデル構築用のデータは、最高気温、最低気温、湿度、曜日種別、実績電力などの実績データである。

【0028】(2) データ分布作成 (S22)

予測モデルの出力と実績データとの誤差を横軸にとり、度数を縦軸にとった度数分布グラフを作成する。

【0029】(3) 予測変化量設定 (S23)

構築する予測モデルによりどのくらい大きめに予測してほしいのかを、予測変化量として設定する。

【0030】(4) データ量増加 (S24)

ステップS23により設定した予測変化量をもとに、データ量を増加させてステップS23で作成した度数分布の形状を変化させる。

【0031】(5) 予測モデル構築2 (S25)

請求項1の発明の実施形態におけるステップS14と同様であり、上記ステップS24により増加させたデータを用いて、予測モデルを再構築する。

【0032】前述した請求項1の発明の実施形態では、どの程度大きめ予測することができるかは予測時点でわからないが、この実施形態によれば、データの分布を考慮して任意の大きさに予測することが可能になる。

【0033】次いで、請求項3の発明の実施形態を説明する。この実施形態は、過去の実績データの分布を統計処理することにより、予測対象日における電力需要量の上下限を推定する方法である。図5は、通常通りに予測した場合である。過去の実績データと照らし合わせると、同じ気温でも電力需要にはかなりの幅がある。つまり、この幅の分だけ予測誤差が生じる可能性がある。

【0034】予測対象日の気温の断面で度数分布を作成したものを図6に示す。この度数分布から、信頼区間、最大値などを統計処理した結果より電力値の上下限を決定することができる。統計的指標として最大値を用いると、純粋にその気温における電力値の上限が求められる。また、信頼区間を用いると、特異な日を除いた電力値の上下限を求めることができる。

【0035】図7は、請求項3の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

(1) 予測日条件設定 (S31)

予測対象日の条件を設定する。通常は、予測対象日の最高気温などの気温に対して、相関の高いデータを与える。

【0036】(2) 実績データ抽出 (S32)

過去の実績データから、ステップS31で設定した条件に合致するデータ全てを抽出する。ここで、図6に示したように横軸に電力値、縦軸に度数をとった度数分布グラフを作成する。

【0037】(3) 統計処理 (S33)

ステップS32で求めた度数分布を統計処理して、電力値の上下限を求める。統計処理の方法は、統計的指標として最大値・最小値、信頼区間を用いる方法など、種々考えられる。

【0038】前述した請求項1、請求項2の発明の実施形態では、電力値を例えば少しだけ大きめに予測するものである。しかるに、運用者としては、系統運用の安全性を期するために電力値の上下限を知りたい場合がある。そこで、この実施形態によれば、過去の実績データの分布範囲に基づいて統計処理により電力値の上下限を求めることができる。

【0039】次に、請求項4の発明の実施形態を説明する。この実施形態は、予測対象日の類似日として抽出された複数の日の電力値を統計処理することで、電力値の上下限を提示する方法である。

【0040】請求項3の発明の実施形態では、予測対象日の気温断面から度数分布を作成して電力値の上下限を求めていた。そのため、予測対象日と同じ気温の日がない場合には求めることができない。また、複数の条件要素が複雑に組み合わさって構成される電力需要予測においては、1つの条件だけでは正確さが欠けることも予想される。そこで、請求項4の発明の実施形態では、予測対象日の気象条件（最高・最低気温、湿度、天気）や季節から過去の類似日を抽出し、これらの類似日の実績データから度数分布を作成して電力値の上下限を求めるとした。

【0041】図8は、この実施形態の処理手順を示している。以下、順に説明する。

(1) 予測日条件設定 (S41)

予測対象日の条件を設定する。通常は、予測対象日の最

高気温、最低気温、過去数日分の気温パターン、曜日種別、季節、湿度、天候、特殊要因など複数の条件を設定する。

【0042】(2) 類似日抽出 (S42)

過去の実績データから、ステップS41で設定した条件に近い実績データを有する日（類似日）を抽出する。類似日が少ない場合には、正常な統計処理を行うことができない。そこで、類似日がn日以下の場合には、検索条件を緩和して再帰的に類似日を抽出する（気温条件を±1℃に緩和する、湿度を±10%に緩和する、など）ようにしてもよい。抽出した類似日の実績データに基づき、請求項3の実施形態と同様に、横軸に電力値、縦軸に度数をとった度数分布グラフを作成する。

【0043】(3) 統計処理 (S43)

ステップS42で求めた度数分布を統計処理して、電力値の上下限を求める。統計処理の方法は、統計的指標として最大値・最小値、信頼区間を用いる方法など、種々考えられる。

【0044】この実施形態は請求項3の実施形態を改良したものであり、予測対象日と同一の気象条件の日が過去にない場合でも、電力値の上下限を精度良く求めることができる。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように、請求項1または2記載の発明によれば、電力需要量を少しだけ大きめに予測する等の手段により、経済性を損なうことなく、しかも電力系統の安全性を高めるような予測を行うことができる。また、請求項3または4記載の発明によれば、更なる運用者支援機能として、電力需要量の上下限を判定可能として運用者への安心感を与えることも可能である。更に、いずれの発明も、特定の予測手法に特化した方法ではなく汎用的に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】通常の予測モデルの概念図である。

【図2】請求項1の発明の実施形態を示すフローチャートである。

【図3】請求項2の発明の実施形態におけるデータ分布の調整概念の説明図である。

【図4】請求項2の発明の実施形態を示すフローチャートである。

【図5】請求項3の発明の実施形態を説明するための通常の予測範囲の概念図である。

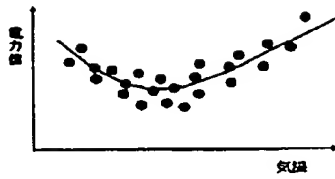
【図6】請求項3の発明の実施形態を説明するための予測信頼区間の説明図である。

【図7】請求項3の発明の実施形態を示すフローチャートである。

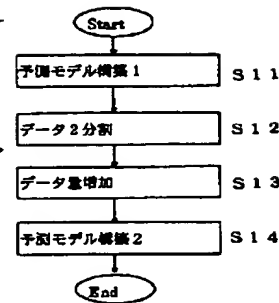
【図8】請求項4の発明の実施形態を示すフローチャートである。

【図9】上限予測用回帰式概念図である。

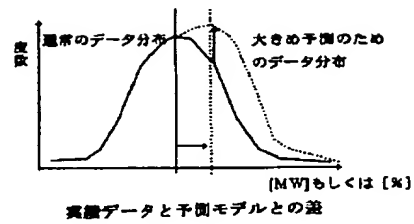
【図 1】



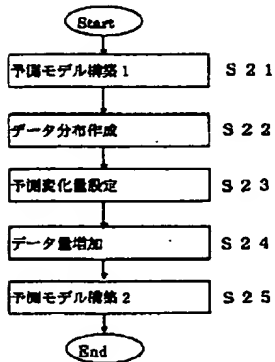
【図 2】



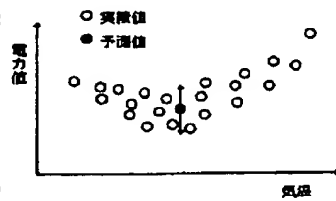
【図 3】



【図 4】



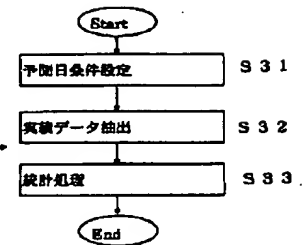
【図 5】



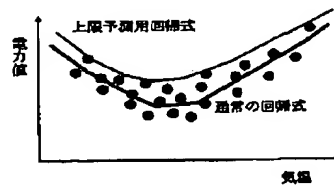
【図 6】



【図 7】



【図 9】



【図 8】

